

## ЕКОЛОГІЯ / ЭКОЛОГИЯ

*Daniela Paladi, Nina Mija  
(Chisinau, Moldova)*

### ANALYSIS OF THE MAJOR MYCOTOXINS AND THEIR IMPACT ON THE HEALTH

*This overview summarises the toxicity of the six mycotoxins, the foods commonly contaminated with one or more of them, and current methods for detecting and analyzing these mycotoxins. To this end, foods contaminated with the most common mycotoxins have been studied.*

**Keywords:** *fungi; mycotoxins; aflatoxin; toxicity; analysis, food, statistics.*

#### Introduction

The problems of ensuring global food security continue to grow. Mycotoxins are attributed to substances that have a toxic effect on the public health of consumers, with a profoundly negative economic effect in many countries, particularly in developing countries. They affect agricultural products, including fresh processed fruit and vegetables, dried fruit, nuts, cereals, oilseeds, and others [1].

**Toxicity of major mycotoxins.** Mycotoxin contamination can occur before harvesting, during growing or after harvesting, during food processing, packaging, distribution, and storage. In general, all crops and cereals that are improperly stored at high temperatures and high humidity for an extended period of time may be prone to mold growth and mycotoxin contamination. Most mycotoxins are chemically and thermally stable during food processing, including cooking, boiling, baking, frying, and pasteurization. Many national and international governmental public health organizations, such as the Food and Drug Administration of the United States (FDA), the World Health Organization (WHO), the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and the European Safety Authority (EFSA), pays particular attention to the contamination of mycotoxins with food and addresses this global issue by adopting regulatory laws for the main classes of mycotoxins in food and feed. The Republic of Moldova also monitored the content of mycotoxins in some foods (Table 1) [2].

*Table 1.*

**Major mycotoxins and US, EU, and RM limits on food and animal feed levels**

<b>Mycotoxin</b>	<b>Fungal Species</b>	<b>Food Commodity</b>	<b>US FDA, µg/kg</b>	<b>EU (EC 2006), µg/kg</b>	<b>RM, µg/kg</b>
<b>Aflatoxins B1, B2, G1, G2</b>	Aspergillus flavus Aspergillus parasiticus	Maize, wheat, rice, peanut, sorghum, pistachio, almond, groundnuts, tree nuts, figs, cottonseed, spices	20 for total	2–12 for B1 4–15 for total	2-8 for B1 4-15 for total
<b>Aflatoxin M1</b>	Metabolite of aflatoxin B1	Milk, Milk Products	0.5	0.05 in milk 0.025 in infant milk	0.05
<b>Ochratoxin A</b>	Penicillium verrucosum Aspergillus carbonarius Aspergillus ochraceus	Cereals, dried vine fruit, wine, grapes, coffee, cocoa, cheese	Not set	2-10	2-10

<b>Fumonisin B1, B2, B3</b>	Fusarium verticillioides Fusarium proliferatum	Maize, maize, products, sorghum, asparagus	2000-4000	200-1000	200-4000
<b>Zearalenone</b>	Fusarium graminearum Fusarium culmorum	Cereals, cereal products, maize, wheat, barley	Not set	20-100	20-400
<b>Deoxynivalenol</b>	Fusarium graminearum Fusarium culmorum	Cereals, cereal products	1000	200-500	200-1750
<b>Patulin</b>	Penicillium expansum	Apple, apple juice, and concentrate	50	10-50	10-50

**Aflatoxins.** Aflatoxins (Figure 1) are a group of toxic, structurally related secondary metabolites produced mainly by *A. flavus* and *A. parasiticus*. Molds that eliminate aflatoxins grow on many foods, such as grains, nuts, peanuts, almonds, nuts, and seeds. Milk may also be contaminated with aflatoxin M1, which is a metabolite of aflatoxin B1. Aflatoxin M1 can be detected in some dairy products, such as cheese, in a higher concentration than in raw milk, because this toxin is heat-stable, binds well to casein, and is not affected by the manufacturing process of cheese. Aflatoxins are carcinogenic, teratogenic, mutagenic, and hepatotoxic, the liver is the main organ affected. They are associated with both acute intoxication and chronic carcinogenesis in humans and animals [1, 3].

**Ochratoxins.** Ochratoxins are substances produced by *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium verrucosum*, and others. The most important toxin in this group is ochratoxin A (Figure 2). In general, *P. verrucosum* can produce ochratoxin A in cold-temperate climates, while *A. ochraceus* prefers to grow in warm tropical regions. Ochratoxins have been found in corn, wheat, barley, flour, coffee, rice, oats, rye, beans, and peas. They can be presented mainly in wine, grape juice, and fruit. Ochratoxin A has nephrotoxicity and acute hepatotoxicity. The EU has set limits for ochratoxin A in several foods between 5 and 50 parts per billion (ppb) [3, 4].

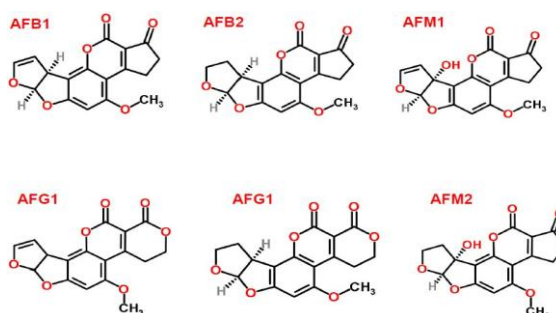


Figure 1. Chemical structures of aflatoxins

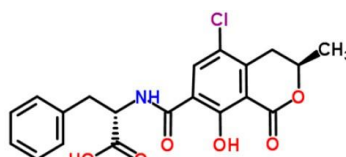


Figure 2. Ochratoxin A

**Zearalenone.** Zearalenone (Figure 3) is produced by *Fusarium* species, mainly *F. graminearum* and *F. semitectum*. It is commonly found in corn, wheat, barley, sorghum, and rye. The most contaminated with zearalenone are corn and wheat stored in conditions of high

humidity and low temperatures. Consumption of foods contaminated with a high content of this toxin can lead to infertility or reduced milk production. To date, the US FDA has not established zearalenone levels. However, the European Commission has regulated maximum levels of zearalenone between 20 and 100 ppb in various products [3, 5].

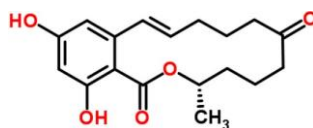


Figure 3. Zearalenone

**Fumonisinins.** Fumonisinins are mainly produced by *F. verticillioides* and *F. proliferatum*. Fumonisin B1 (Figure 4) frequently contaminates corn kernels and can also be found in sorghum, wheat, barley, soybeans, asparagus stalks, figs, black tea, and herbs. Fumonisinins affect the liver and kidneys and cause severe toxicity to laboratory-tested animals. Due to their hydrophilicity, fumonisin B1 accumulates to a small extent in adipose tissue. The WHO has set the provisional maximum tolerable daily dose at 2  $\mu\text{g}$  / kg body weight [4, 5].

**Trichothecenes.** Among the trichothecenes, the most common and best studied is deoxynivalenol (Figure 5), but it is also among the least toxic. *Fusarium* species infect field-grown plants, such as wheat, barley, oats, rye, corn, and rice. They can also be found in soybeans, potatoes, sunflower seeds, peanuts, and bananas and have been found in some processed foods derived from cereals (bread, breakfast cereals, noodles, and beer). Human exposure to cereals contaminated with this toxin has been reported to cause nausea, vomiting, diarrhea, abdominal pain, headache, dizziness, and fever. The US FDA has set a limit of 1 ppm deoxynivalenol for a finished wheat product, such as flour and bran [1, 4].

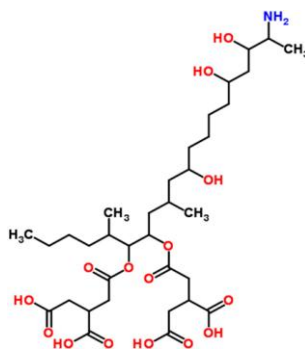


Figure 4. Fumonisin B1

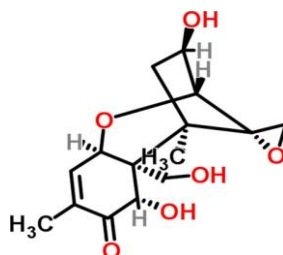
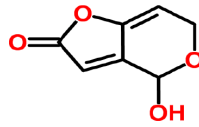


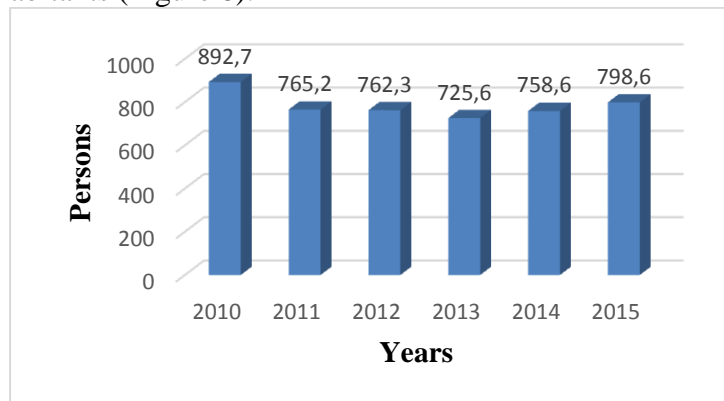
Figure 5. Deoxynivalenol

**Patulin.** Patulin (Figure 6) is produced by certain species of *Penicillium*, *Aspergillus*, and *Byssoschlamys* that grow on fruits and vegetables. Although it mainly contaminates apples, juice, and apple, pear, peach, and grape products, food can also be vulnerable to contamination with patulin. Patulin was initially studied as a potential antibiotic, but subsequent research has shown toxicity in humans, including nausea, vomiting, ulcers, and bleeding. The US FDA limits patulin to 50 ppb as a level of activity in foods for human consumption. The European Union Committee has set a maximum level of 50 ppb for fruit juices and fruit juice concentrates 25 ppb for solid apple products, and 10 ppb for juices and foods for babies and young children [3-5].

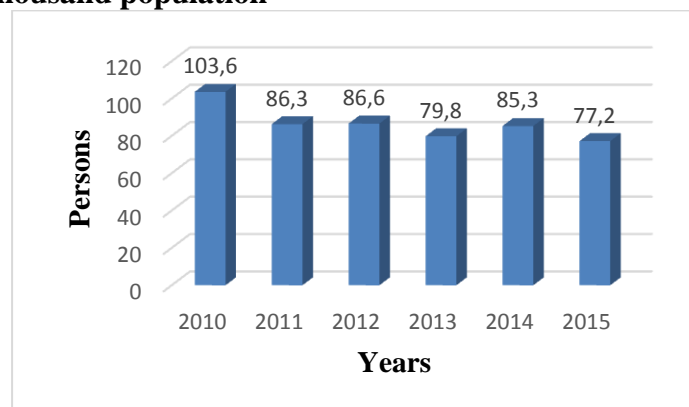


**Figure 6. Patulin**

**The level of illness of people in RM with mycotoxin-induced diseases.** As a result of the study on the statistics of illnesses in the Republic of Moldova of cardiovascular diseases, cancer, diseases of the digestive tract, diabetes, diseases of the respiratory system that can also be produced by the consumption of food contaminated with mycotoxins in people aged 30-70 years, there was a decrease in the rate of illnesses from 2010 to 2013. In 2014 and 2015, there was a noticeable increase (Figure 7) [2]. A study of the statistical values of food poisoning deaths was also carried out. In 2010, most deaths were due to unintentional poisoning, including food poisoning, with 103.6 persons per 100 000 inhabitants (Figure 8).

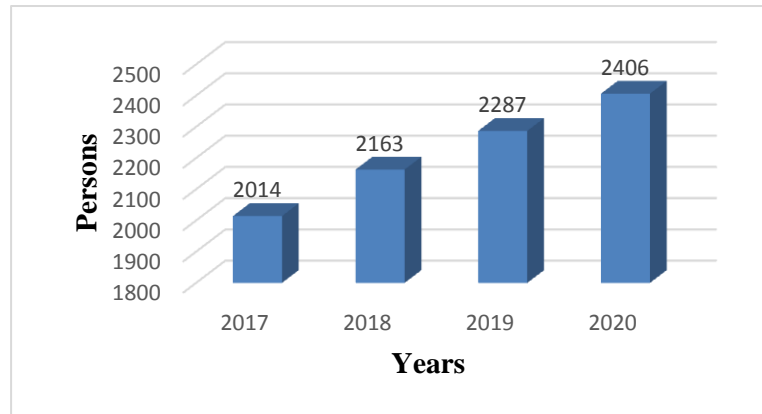


**Figure 7. Premature mortality rate due to cardiovascular disease, cancer, diseases of the digestive system, diabetes, diseases of the respiratory system among people aged between 30 and 70 years, per 100 thousand population**



**Figure 8. Unintentional poisoning mortality rate among people aged 30 to 70, per 100.000 population**

According to the Ministry of Health of RM in 2017, the population most often suffers from respiratory diseases, complications of pregnancy and childbirth, traumatic injuries and food poisoning. At the same time, there is an increase in the number of new cases of malignancies that could be caused by foods contaminated with mycotoxins. Since 2017, there has been a significant increase in the number of deaths from people with cancer and diseases of the digestive tract. In 2020, the number of cancer deaths and diseases of the digestive tract across the country among people aged between 30 and 70 years was reached 2.400 people, facts which require the redirection of the measures taken by the administration in order to improve the health of the population [2].



**Figure 9. Premature morbidity from cancer and diseases of the digestive tract among people aged between 30 and 70 years in the Republic of Moldova**

**Conclusion.** Mycotoxins are unpredictable and unavoidable contaminants in foods and feed worldwide. These small chemicals represent an open challenge for food safety and pose a serious risk for human and animal health while also contributing to massive economic losses to the agriculture industry.

#### REFERENCES

1. Paladi D., Capcanari T. Toxicologia și securitatea alimentară. Note de curs. Editura "Tehnica", UTM, 2019. URL: <http://repository.utm.md>
2. Biroul Național de statistică din Republica Moldova. URL: <https://statistica.gov.md>
3. Zam M., Ahmed S., Islam, M., Maitra, P., & Yu, D. (2021). Critical Assessment of Mycotoxins in Beverages and Their Control Measures. *Toxins*, 13(5), 323.
4. Eskola, M., Kos, G., Elliott, C.T., Hajslova, J., Mayar, S., Krska, R. Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: Validity of the widely cited 'FAO estimate' of 25%. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2020, 60, 2773–2789. [CrossRef]
5. Nguyen, N. H., Khera, R., Ohno-Machado, L., Sandborn, W. J., & Singh, S. Prevalence and Effects of Food Insecurity and Social Support on Financial Toxicity in and Healthcare Use by Patients with Inflammatory Bowel Diseases. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 19(7), 2021, 1377-1386.

УДК 543.31

*Аслан Тулеуов, Алибек Днекешев,  
Александра Оськина, Бакытканым Кадралиева  
(Уральск, Казахстан)*

#### ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОДОЕМОВ МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Научно-производственный центр рыбного хозяйства, Западно-Казахстанский филиал, г. Уральск

Исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (Грант № BR 10264205).

*В статье представлены результаты исследования гидрохимического режима рыбохозяйственных водоемов Актюбинской области с целью анализа качества воды (органическое вещество, минерализация, биогенные соединения, растворенный кислород) для благоприятного обитания гидробионтов.*

**Ключевые слова:** гидрохимический режим, качество воды, Актюбинская область.

**Введение.** Для Казахстана водные ресурсы являются одним из главных факторов, определяющих устойчивое социально-экономическое развитие. Поверхностные водные ресурсы по территории республики распределены крайне неравномерно и характеризуются значительной многолетней и внутригодовой динамикой. В силу климатических особенностей страны почти весь сток поверхностных источников приходится на весенний период. Это, а также зависимость от трансграничных источников водоснабжения, обуславливают неравномерную обеспеченность водными ресурсами регионов. Практически на всей территории страны имеет место напряженная водохозяйственная обстановка, вызванная не только недостатком водных ресурсов и загрязнением водных источников, которая достигла наибольшего уровня в период экономического роста, но и нерациональным использованием водохозяйственной системы, неэффективным управлением ею. Несбалансированность между способностью природной среды к восстановлению и антропогенной.

Следует отметить, что горные районы играют важнейшую роль в возобновлении водных ресурсов, прежде всего потому, что именно в горах формируется подавляющее большинство возобновляемых водных ресурсов, а также различные типы водно-болотных угодий (ВБУ), имеющих большое значение в водном режиме. Наиболее распространенной группой являются ВБУ местного значения. Во всех равнинных природных зонах Казахстана имеются небольшие по размерам водоемы, используемые населением для орошения, водопоя скота и заготовки сена на берегу. Общее количество ВБУ местного значения в стране достигает 47 000 [1].

Качество поверхностных вод является одним из важных факторов, определяющих пригодность водоемов для обитания гидробионтов и рыбохозяйственной деятельности. Ведь чрезмерная концентрация биогенных соединений в воде, низкое содержание растворенного кислорода, высокая соленость и минерализация отрицательно влияют на состояние гидробионтов.

В связи с этим, целью работы является анализ гидрохимических показателей местных водоемов Актюбинской области.

**Материалы и методы.** Отбор и обработка проб проводились в соответствии с общепринятыми методическими руководствами принятыми в системе экологического мониторинга в Казахстане [2-14]. Определение содержания растворенного в воде кислорода производили на месте отбора анализатором САМАРА-2.

**Результаты и обсуждения.** Материалы для исследований собирались в летний и осенний период (июль-сентябрь) 2021 г. Всего за весь период НИР было взято 16 проб воды. Химический анализ проб воды проводился в аккредитованной лаборатории Западно-Казахстанского филиала «Национального центра экспертизы и сертификации». Интерпретация данных была проведена в соответствии с нормативами, принятыми для рыбохозяйственных водоемов [15].

Для всех исследованных рек была отмечена нейтральная, слабощелочная или щелочная реакция среды. Содержание кислорода в большинстве исследованных реках было в пределах нормы, за исключением реки Большая Хобда, где в основном преобладают мелководные участки. Уровень биогенных соединений невысокий. Несколько повышена концентрация аммонийного азота на № 2 участке реки Телькара и Улькайяк, это свидетельствует об эвтрофировании водоёмов, вероятно обусловленным поступлением органики с площади водосбора. Как правило, этому сопутствовало высокое содержание растворённых органических веществ, низкая прозрачность и желтовато-зеленоватый цвет воды, свидетельствующий о бурном развитии микрофлоры.

Общие гидрохимические показатели (таблица 1) изучаемых водоемов сравнимы ввиду сходности основных гидрологических и гидрофизических факторов.

## Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації

Таблица 1. Результаты гидрохимического анализа природных вод из закрепленных рыбохозяйственных водоемов Актюбинской области, 2021 г.

Водоём	рН	Растворённые газы, мг/дм <sup>3</sup>	Биогенные соединения, мг/дм <sup>3</sup>				Органическое вещество, мг экв. О/дм <sup>3</sup>	Минерализация воды, мг/дм <sup>3</sup>
			О <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Реки</b>								
Киыл	8,03	8,9	0,26	0,39	0,032	0,0025	3,6	3317,3
Уил	8,24	8,5	0,51	0,32	0,054	0,021	3,6	2088,0
Б.Хобда	7,93	3,6	0,82	0,15	0,023	0,022	1,68	1319,7
Орь	8,03	7,5	1,31	0,62	0,003	0,015	3,92	922,0
Темир	8,16	4,6	0,21	0,11	0,012	0,021	3,52	460,3
Илек	8,27	8,0	0,43	0,19	1,178	0,0245	3,28	877,7
Улькайак	7,87	9,8	11,13	0,99	0,055	0,017	6,08	10334,0
Телькара № 1	8,24	6,8	0,57	не обн.	0,02	0,004	3,84	1444,3
Телькара № 2	7,93	9,8	2,78	0,17	0,045	0,008	5,04	4221,0
<b>Водохранилища</b>								
Актюбинское	8,02	6,8	0,93	0,43	0,005	0,002	2,64	506,0
Ойсылкара	8,26	8,2	0,73	0,19	0,92	0,004	3,04	325,3
Саздинское	7,90	4,1	0,75	11,9	не обн.	0,86	14,4	640,0
<b>Пруд</b>								
БАМ	8,09	10,1	0,66	0,27	0,004	0,003	3,2	405,3
<b>Озера</b>								
Шалкар	8,76	8,3	2,93	не обн.	0,048	0,003	4,48	1584,0
Б. Жаланаш	8,19	9,0	3,27	0,57	0,111	0,004	5,6	13392,0
Кармакколь	8,1	8,5	7,7	2,5	0,25	0,17	29,6	2655,0
Байтакколь	7,75	6,4	3,02	0,53	0,174	0,003	6,24	7533,0
Кармакколь у п.Мамыр	8,12	8,5	3,32	0,05	0,532	0,004	4,48	1910,0
ПДК	6,5-8,5	≥6,0	<2,0	<45,0	<3,3	<1,0	<35,0	<2000

Вероятной причиной этого является деградация органики, поступившей в водоёмы с площади водосбора в период паводка. Значения минерализации воды соответствовали классу пресных вод (гипогалинных), за исключением реки Улькайак и Телькара № 2 участок, где отмечалась повышенная минерализация.

В целом воды исследованных рек соответствуют рыбохозяйственной категории водопользования.

**Актюбинское водохранилище** наиболее крупное среди обследованных искусственных водоемов области. Глубина водохранилища на месте отбора проб составила 3 м. Прозрачность воды в центральной зоне водоема достигает значительных величин – 0,5 м. На момент обследования водоёма температура воды составляла 21,3°C по всей водной толще. Вода обладает слабощелочной реакцией, концентрация растворенного кислорода, по наблюдениям 2021 г. до 6,8 мг/дм<sup>3</sup>. Вода водохранилища характеризуется слабой минерализацией, по

принятой классификации относится к категории слабо минерализованных вод. По изученным основным гидрохимическим показателям водная среда данного водохранилища благоприятна для жизнедеятельности ихтиофауны и кормовых беспозвоночных.

**Водохранилище Ойсылкара.** На момент взятия проб температура воды составляла у поверхности 22,8 °С и в придонном слое 20,7 °С. Прозрачность воды была высокая – более 1,0 м. Активная реакция среды по всей акватории водоёма соответствовала слабощелочной. Содержание кислорода у поверхности было удовлетворительным (107 % насыщения). Значения минерализации воды соответствовали классу пресных вод (гипогалинных). В целом воды водохранилища Ойсылкара соответствуют нормативам для рыбохозяйственной категории водопользования.

**Саздинское водохранилище** характеризуется небольшой площадью, глубина в центральной его части составила 2 м. Прозрачность воды – 0,2 м. Окисляемость воды достаточно высокая, что свидетельствует о значительном содержании растворенных органических веществ. Концентрация соединений азотной группы различна, соли аммония и нитраты найдены в невысоком количестве. Фосфорные соединения в воде водохранилища не лимитируют развитие водной флоры. По степени минерализации вода пресная – 640 мг/дм<sup>3</sup>, по ионному составу она гидрокарбонатно-натриевая. По сравнению с 2020 г. минерализация воды понизилась, в связи с повышением уровня воды.

В целом по химическому составу воды и изученным гидрофизическим параметрам режим Саздинского водохранилища аналогичен с таковым для рассмотренного выше Актюбинского водохранилища. По уровню концентрации гидрохимических показателей водная среда соответствует рыбоводным требованиям. Несколько повышена концентрация минерального растворенного фосфора. Это, очевидно, обусловлено поступлением его в составе речных вод в период весеннего паводка

**Пруд БАМ.** В 2021 г. глубина пруда БАМ в местах отбора проб составила от 3 до 8 м. Температура воды на момент обследования была 25,0 °С в придонном слое и 20,2 °С у поверхности. Прозрачность воды составляет 2,0 м. Значения минерализации воды соответствовали классу пресных вод (гипогалинных). В целом воды пруда БАМ соответствуют нормативам для рыбохозяйственной категории водопользования.

**Озеро Шалкар (Шалкарский район).** В 2021 г. глубина оз. Шалкар в местах отбора проб составила от 1,5 до 2 м. Прозрачность воды – 0,3 м. Температура воды во время обследования в поверхностном слое составила 16,4 °С по всей водной толще. Водородный показатель в воде водоема имел значение – 8,76. Уровень азот- и фосфорсодержащих соединений не превышает оптимальной величины, характерной для водоемов подобного типа. Были отмечены незначительные превышения по концентрации ионов аммония. Превышение данного показателя вероятно обусловлено загрязнением водоёма хозяйственно-бытовыми стоками.

**Иргиз-Тургайская система озер.** Бассейн р. Торгай имеет сложную и хорошо развитую речную сеть. Река образуется слиянием рек Жалдама и Караторгай, ниже она принимает притоки Сары-Узень и Теке, проходит через оз. Сарыкопа, по выходе из которого она получает название Торгай и теряется в бессточной впадине Шелкар-Тенгиз. Длина реки от места слияния до устья 825 км, площадь водосбора 157 км<sup>2</sup>. Среднемесячные расходы с сентября по апрель составляют первые десятки литров в секунду. В период весеннего половодья минерализация воды в верхнем течении 0,2–0,3 г/л, состав воды гидрокарбонатный кальциево-натриевый. В летнюю межень минерализация воды возрастает в верховьях до 0,6–0,8 г/л, а в среднем течении в отдельных плёсах и до 20,0 г/л, состав воды изменяется до сульфатного и хлоридного натриевого.

В Актюбинской области к бассейну р. Торгай принадлежит и р. Иргиз. Она начинается на восточных отрогах Мугоджар и сливается с р. Торгай близ ее устья. Общая длина р. Иргиз достигает 593 км, площадь водосбора 239 км<sup>2</sup>. Средний многолетний расход реки составляет 4,0 м<sup>3</sup>/с (у с. Донгелексор) и 7,56 м<sup>3</sup>/с (у с. Иргиз) [16].

В осенний период 2021 года были обследованы 4 водоема Иргиз-Тургайской системы. В местах отбора проб средняя глубина озер колебалась от 1,5 (Кармакколь у п. Мамыр,



## Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації

Байтакколь) до 3 м (оз. Кармакколь и Большой Жаланаш), прозрачность воды – от 0,5 м (оз. Кармакколь у п.Мамыр и Большой Жаланаш) до 0,8 м (оз. Байтакколь и Кармакколь), среднее значение температуры воды составило 17,1 °С (таблица 2).

Исследованные озера относятся к солоноватым водоемам с общей минерализацией, превышающей 1 ‰, расположены в области недостаточного увлажнения – сухих степях. Большая часть озер полупроточная. Их гидрохимия существенно отличается от гидрохимии питающих их рек.

Таблица 2. Значение некоторых гидрофизических параметров Иргиз-Тургайских озер

Наименование озера	Площадь, га (2021 г.)	Глубина, м	Прозрачность, м	Температура, °С		Содержание кислорода мг/дм <sup>3</sup>	
				пов.	придон.	пов.	придон.
Озеро Большой Жаланаш	800	3	0,5	17,9	-	9,0	7,3
Озеро Кармакколь	800	2,5	0,8	19,2	-	8,5	6,1
Озеро Байтакколь	2000	1,5-2	0,8	15,4	-	6,4	4,1
Оз.Кармакколь у п.Мамыр	100	1,5	0,5	15,9	-	8,5	5,6

Формирование химического состава озерных вод области происходит путем смешения менее минерализованных почвенно-поверхностных вод периода весеннего половодья с водами «зимнего остатка» в озере, а затем – в результате подтока сильно минерализованных грунтовых вод, испарения с водной поверхности, образования льда и более интенсивно протекающих здесь химических и биологических процессов. В свою очередь минерализация и химический состав русловых вод весеннего половодья, наполняющих озерные котловины, зависят от степени засоленности почвенно-грунтовой толщи водосборов легкорастворимыми солями [17].

Таблица 3. Результаты гидрохимического анализа природных вод Иргиз-Тургайской системы озер, сентябрь 2021 г.

Водоём	рН	Биогенные соединения, мг/дм <sup>3</sup>				Органическое вещество, мг экв. О/дм <sup>3</sup>	Минерализация воды, мг/дм <sup>3</sup>
		NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	P <sub>PO4</sub>		
оз. Б. Жаланаш	8,19	3,27	0,57	0,111	0,004	5,6	13392,0
оз. Кармакколь	8,1	7,7	2,5	0,25	0,17	29,6	2655,0
оз. Байтакколь	7,75	3,02	0,53	0,174	0,003	6,24	7533,0
оз. Кармакколь у п.Мамыр	8,12	3,32	0,05	0,532	0,004	4,48	1910,0
ПДК <sub>ВР</sub>	6,5-8,5	<2,0	<45,0	<3,3	<1,0	<35,0	<2000

Вода большинства изученных озер характеризуется высокой минерализацией. Главной причиной межгодовых изменений минерализации воды в этих озерах является степень их наполнения весенними паводковыми и тальми водами, а также проточность. Поэтому, сравнивая материалы за последние нескольких лет, можно констатировать заметное изменение солевого состава воды в озерах в 2021 году.

Значение общей минерализации достигало максимальных величин в озерах Байтакколь и Большой Жаланаш – 7533,0 и 13392,0 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Минимальная минерализация вод характерна для озер Кармакколь у п. Мамыр и Кармакколь – 1910,0 и 2655,0 мг/дм<sup>3</sup> соответственно. Преобладающее значение данного показателя колебалось в интервале от 1910,0 до 13392,0 мг/дм<sup>3</sup>. Величина активной реакции (рН) в озерных водах в 2021 г. находилась в

пределах 7,75-8,19, диоксид углерода не был обнаружен. Крайние значения перманганатной окисляемости составили от 4,48 до 29,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Во время исследования гидрохимический режим водоемов был благоприятен для обитания рыб и кормовых гидробионтов. Однако обмеление, зарастание и заиливание некоторых отдельных водоемов (озера Кармакколь у п. Мамыр и Байтакколь), может существенно их ухудшить. Как правило, последствиями значительного заиливания является закисление водной среды, повышение биохимического потребления кислорода, и как следствие этого – дефицит растворенного кислорода в воде. Также, при большой толщине илового слоя, происходит усиленное газообразование метана, сероводорода. Это заморозопасно в зимний подледный период, так выделяющиеся токсичные газы, из-за ледового покрова не могут выходить в атмосферу, и остаются в водной среде, ухудшая ее качество.

Таким образом, полученные за последние годы материалы свидетельствуют об удовлетворительном гидрохимическом режиме изученных озер. В вегетационный период водная среда была благоприятной для жизнедеятельности рыб и кормовых организмов. Биогенные соединения в озерных водах по количеству вполне достаточны для развития продукционных процессов. В ряде случаев концентрация аммонийного азота превышает ПДК. Что, в целом, характерно для озер аридной территории с замедленным водным режимом и высокой зарастаемостью. В летний период содержание этих веществ будет снижаться из-за потребления их водной растительностью и усиления окислительных процессов. Концентрация минерального растворенного фосфора находится на достаточном уровне для развития гидрофауны.

На основе полученных аналитических данных можно заключить, что в летний и осенний период значение изученных гидрохимических параметров и гидрофизические условия водоемов соответствовало нормативным требованиям, установленным для естественных рыбохозяйственных водоемов. Концентрация биогенных соединений не лимитировала биопродукционные процессы в водоемах.

### ИСТОЧНИКИ И ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный доклад республики Казахстан. «О состоянии водных ресурсов и основные проблемы современного управления». Женева, 13-14 декабря 2004 г. 32 с.
2. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. Москва: Химия, 1971. 356с.
3. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения 03.01.070. 98 с.
4. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. Методы исследования воды водоемов. Москва: Медицина, 1990. 306 с.
5. Беспямятнов Ю.П. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. Ленинград, 1985. 481 с.
6. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 51 с.
7. Международный фонд конверсии «Центр экологических проблем». Сборник санитарно-гигиенических нормативов и методов контроля вредных веществ в объектах окружающей среды. Москва, 1991. С. 136-207.
8. Обобщенный перечень ПДК и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Москва, 1990.
9. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. проф. А.Д. Семенова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 542 с.
10. Алёкин О.А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды. Жизнь пресных вод СССР / акад. Е.Н. Павловский, проф. В.И. Жадин. М.-Л., 1959. Т. IV. ч.2. 302 с.
11. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. Ленинград, 1970. 444 с.
12. ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000 Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах питьевых, природных и очищенных сточных вод методом ИК-

спектрофотометрии: Утв. Зам. Предс. Госком РФ по охране окружающей среды А.А.Соловьяновым 11.03.2000. Москва, 2000. 18 с.

13. ГОСТ 17.1.2.04–77 Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. Москва: Издательство стандартов, 1977. 18 с.

14. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов: Утв. Нач Главрыбвода Минрыбхоза СССР В.А.Измайловым 09.08.90. Москва, 1990. 46 с.

15. Об утверждении единой классификации качества воды в водных объектах. Приказ Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 9 ноября 2016 года № 151.

16. Природные условия Актюбинской области. ТОО «Экопроект». 2011 г. 252 с.

17. Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пигина Н.А. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. Москва: Химия, 1989. 367 с.